

# 実用新案公報

④ 公告 昭和48年(1973)10月15日

(全3頁)

1

2

## ⑤4 絶縁ゲート型FET

⑥ 実 願 昭44-97735

⑦ 出 願 昭44(1969)10月14日

⑧ 考 案 者 内田行茂

群馬県邑楽郡大泉町大字坂田180

東京三洋電機株式会社内

⑨ 出 願 人 三洋電機株式会社

守口市京阪本通2の18

同 東京三洋電機株式会社

群馬県邑楽郡大泉町大字坂田180

### 図面の簡単な説明

第1図は本考案の一実施例を説明するための断面図、第2図は本考案の他の実施例を説明するための断面図、第3図及び第4図は夫々第1図及び第2図に示す各実施例による絶縁膜中のナトリウム・イオンの分布を示す模式的グラフである。

### 考案の詳細な説明

本考案は絶縁ゲート型FET(電界効果トランジスタ)の構造、就中半導体基板と絶縁膜との境界面に誘起されるチャージ量を制御し得るしかも安定な絶縁ゲート型FETの構造に関する。

従来の絶縁ゲート型FETにおいては絶縁膜としてSiO<sub>2</sub>を有しておりこのためシリコン表面は導電型のn型化と特に電界温度などのストレスに対する不安定性に問題がある。斯種の問題は原則的にはSiO<sub>2</sub>膜中に含まれる汚物、特にナトリウム・イオンの徹底的な除去によつてかなりの程度に改善されて来た。しかしながら、シリコンとシリコン酸化膜との界面の構造的な因子に基づく表面特性の不安定性、アルミニウム電極などの電極との反応、さらには外部からの不純物、イオンなどの拡散阻止効果の不十分さなどやや原理的な欠点が目立つようになりその改善が望まれるようになって来た。

特にシリコン酸化膜中に不本意に混入されたナトリウム・イオンは、シリコン表面の状態に特に影響を与えるが現在の製造方法であれば、作業者の手指

や汗或いはガラス、水などからその混入を防止すること或いは混入したものを除去することは非常に困難である。

本考案は、予めナトリウム・イオンを混入せしめたシリコン窒化膜を用いることにより或いはアルミナ膜を併用することにより斯上の欠点を除去せんとするものであり以下図面を参照して実施例を詳細に説明する。

### 実施例 1

本実施例は、P型半導体基板1中に選択的に拡散して設けられたn型のソース領域2及びドレイン領域3と、それらの領域で形成する接合上を覆う絶縁膜4と、ゲート領域5を覆うシリコン酸化膜6及びナトリウム・イオンを含んだシリコン窒化膜7と、ソース電極8ドレイン電極9、ゲート電極10を有している(第1図)。

本実施例によるFETは、ゲート絶縁膜としてシリコン酸化膜6及びナトリウム・イオンを含んだシリコン窒化膜7を用いることが最大の特徴である。

シリコン窒化膜7中には $10^{20}\text{cm}^{-3}$ 程度のナトリウム・イオンを混入せしめる。このナトリウム・イオンの混入方法は例えばNaCO<sub>3</sub>のベイント拡散或いは、シリコン窒化膜をNH<sub>3</sub>とSiH<sub>4</sub>との化学反応によつて生成する際、不純物としてNa蒸気を混入せしめる方法が採られる。何れにしても $10^{20}\text{cm}^{-3}$ 程度のナトリウム・イオンを混入しその厚さを2000Åとする。シリコン窒化膜においては、導電型を決定するしない拘らず所謂の不純物に対して十分な阻止作用を有するので2000Åの厚さがあれば十分本考案の目的を達成するのである。

又、シリコン酸化膜6は、外部からの化学反応により被着した可能な限り清浄なものが望ましくその厚さは6000Å以下である。

勿論言うまでもないが、ソース領域2やドレイン領域3と半導体基板1とで形成する接合を覆った絶縁膜4はシリコン酸化膜の単層であつても、ゲート絶縁膜と同様にシリコン酸化膜とシリコン窒化膜との二重層であつてもよい。

3

本実施例による絶縁ゲート型FETにおいては、B T及理(バイアス・テンペラチュアー処理)を行うことにより半導体基板とシリコン酸化膜との境界より注入されるキャリアーをシリコン窒化膜側にトラップすることが出来る。このことによりシリコン窒化膜の厚さ、形状、ナトリウム・イオンの量を適宜選択することにより基板との界面近くに誘起されるチャージ量を任意に制御出来、しかも、外部からの汚染に関してはシリコン窒化膜の如き緻密で不純物の拡散阻止効果の大なる物質がこれを阻止し絶縁ゲート型FETを安定化ならしめる。

本実施例においては、第3図にグラフで示す如くシリコン半導体基板表面には $10^{22} \text{cm}^{-3}$ 程度のナトリウム・イオンが存在するがこの程度であれば従来のものに比して $10^{-3}$ 程度であることから特性の安定性には影響を与えない。而して本実施例においてすら従来の絶縁ゲート型FETに比して十分効果のあることが示された。

#### 実施例 2

本実施例は、第2図に示す如く第1の実施例と略同様であるがゲート絶縁膜の構造に少しく差違を有る。第2図は第1の実施例に対応する構成要件に就いては第1図と図番を一致せしめてある。

本実施例におけるゲート絶縁膜は、シリコン酸化膜6、アルミニウム酸化膜11及びシリコン窒化膜7の3層から構成される。

シリコン窒化膜7は $10^{20} \text{cm}^{-3}$ 程度のナトリウム・イオンを有しておりその厚さは2000Åとする。シリコン窒化膜においては導電型を決定する或いはしないに拘らず所謂の不純物に対して十分な阻止作用を有するので2000Åの厚さがあれば十分本考案の目的を達するものである。

又、アルミニウム酸化膜11は、 $\text{Al}(\text{OC}_3\text{H}_7)_3$ を溶解し然る後窒素ガスなどをキャリアー・ガスとして蒸気を反応炉内に導入し420℃～600℃で反応せしめて被着する。このアルミニウム酸化膜11は斯上の方式で形成されその厚さは2000Åである。

第1の実施例のナトリウム・イオンのゲート絶縁膜における分布を第3図に示したが、第1の実施例においては、半導体基板表面に溶着したシリコン酸化膜中にシリコン窒化膜中のナトリウム・イオンが浸透するが、本考案においてはこれを防止するた

4

めにアルミニウム酸化膜を存在せしめるのである。

考案者の観察によれば、本実施例の如く、シリコン酸化膜6とシリコン窒化膜7との中間にアルミニウム酸化膜11を介在せしめることによつて第4図に示す如きゲート絶縁膜中のナトリウム・イオンの分布図を得た。これによれば、半導体基板と接して配置されたシリコン酸化膜中に存在するナトリウム・イオンの量は $10 \text{cm}^{-3}$ 程度でありこの程度では従来のものに比較すれば無いに等しい。

而して本実施例においてはシリコン酸化膜中には全くナトリウム・イオンを有していないのでその界面は非常に安定なものとなる。即ちアルミニウム酸化膜はナトリウム・イオンのシリコン酸化膜への浸透を防止する膜として作用するのである。

本考案による絶縁ゲート型FETにおいては、半導体基板に接しているシリコン酸化膜中には殆どナトリウム・イオンが存在せず従つてその界面が安定である。又、その界面近くに誘起されるチャージ量を制御することが出来るのである。

更には本考案による絶縁ゲート型FETによれば、シリコン窒化膜に外部からナトリウム・イオンが付着したとしても、その量よりも十分大なる密度を有してシリコン窒化膜が存在しているので大勢としてはシリコン酸化膜には全く影響を与えない。従つて絶縁ゲート型FET自体としてナトリウム・イオンの影響を受けないことから経時変化に対しても安定であるし又、作業中の汚染に対しても安定である。

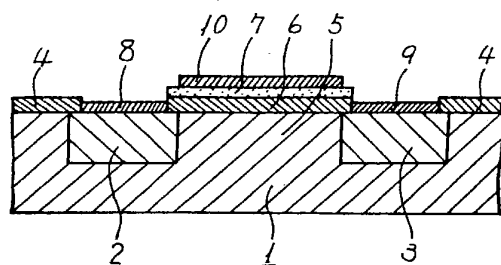
#### ⑥実用新案登録請求の範囲

一導電型を有するシリコン半導体基板中に逆導電型を有するソース領域及びドレイン領域並びにソース電極、ドレイン電極及び前記基板上にゲート絶縁膜を介して配置されたゲート電極を有する絶縁ゲート型FETにおいて、前記シリコン半導体基板上に接して設けられたシリコン酸化膜及び該シリコン酸化膜上にアルミニウム酸化膜を介して配置されたナトリウム・イオンを含有するシリコン窒化膜とで構成されたゲート絶縁膜上にゲート電極を配置して成る絶縁ゲート型FET。

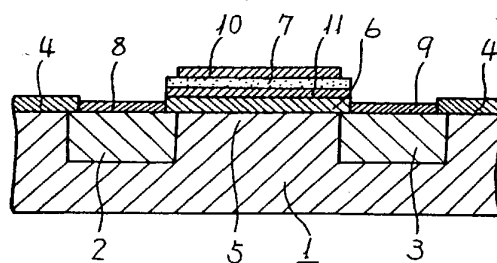
#### ⑥引用文献

Solid State Electronics Vol 12 1969  
第145～150頁

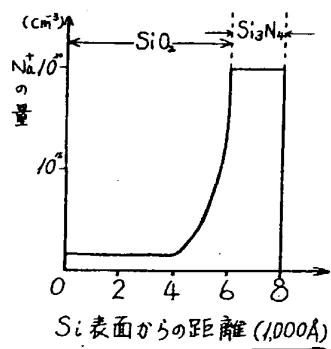
第1図



第2図



第3図



第4図

